

スマートフォンカメラ用小型マクロレンズを用いたメダカの卵の観察

Observation of Killifish Eggs with a Small Macro Lens for Smartphone Cameras

寺 島 幸 生

TERASHIMA Yukio

鳴門教育大学学校教育研究紀要

第 34 号

Bulletin of Center for Collaboration in Community

Naruto University of Education

No.34, Feb, 2020

スマートフォンカメラ用小型マクロレンズを用いたメダカの卵の観察

Observation of Killifish Eggs with a Small Macro Lens for Smartphone Cameras

寺島 幸生

〒772-8502 鳴門市鳴門町高島字中島748番地 鳴門教育大学

TERASHIMA Yukio

Naruto University of Education

748 Nakashima, Takashima, Naruto-cho, Naruto-shi, 772-8502, Japan

抄録：小学校第5学年理科の「動物の誕生」の単元では、魚の卵の成長について学習する。メダカを飼育し、その卵を顕微鏡で観察する活動が一般的である。しかし、メダカの飼育や卵の観察の指導に困難を感じる教師が多いことや、児童の多くが顕微鏡操作に不慣れであることから、児童が観察する時間や内容が不十分な場合も多い。このような課題を踏まえて、本研究では、スマートフォンやタブレット端末のカメラに装着して使用する小型マクロレンズを用いて、メダカの卵の成長を従来よりも簡易に観察、記録できる方法を開発した。この機器および方法を用いることにより、小学校低学年児童でも一人でメダカの卵の成長過程を簡単かつ明瞭に観察、記録できることが明らかとなった。今後、実際の理科授業での利用が期待される。

キーワード：メダカの卵の観察、魚の卵の成長、小学校理科

Abstract : In the learning unit of “Birth of Animals” at the fifth grade of elementary school, pupils learn about the growth of fish eggs. A common activity is breeding killifish (Japanese medaka) and observing its eggs with a microscope. However, the observation is often inadequate for pupils because not only many teachers are poor at teaching about breeding killifish and the observation of its eggs but also many children are inexperienced in microscopic observation. Based on these problems, using a small macro lens attached to a camera of a smartphone or tablet PC, we developed an easier method to observe and record the growth of killifish eggs compared to conventional methods. By using this device and method, it was revealed that even lower elementary school children can observe and record the growth process of killifish eggs easily and clearly themselves. In the future, this method is expected to be used effectively in actual science classes.

Keywords : Observation of killifish eggs, Growth of fish eggs, Elementary Science

I. 研究の背景と目的

1. 小学校理科における「動物の誕生」の学習

小学校理科では、第5学年の「B 生命・地球」領域の内容として、動物の誕生について学習する。この単元では、魚を育てたり人の発生についての資料を活用したりする中で、卵や胎児の様子に着目し、時間の経過と関係付けて動物の発生や成長を調べる活動を通して、それらについての理解を図り、観察、実験などに関する技能を身に付けることなどがねらいとされている（文部科学省、2017a）。本内容は、第4学年「季節と生物」の学習を踏まえて、中学校理科第2分野の「生物の成長と殖え方」の学習につながるものである。

この「動物の誕生」の単元では、魚には雌雄があり、生まれた卵は日が経つにつれて中の様子に変化して孵化することや、人は母体内で成長して生まれることについ

て学習するが、人の受精に至る過程は取り扱わない（文部科学省、2017a）。したがって、この単元では、メダカなどの身近な魚を飼育しながら、魚が産んだ卵を継続して観察し、その時間変化について調べることが児童の主な活動である。指導上の留意点として、観察の計画を立て、継続的に調べるようにすることや、魚の卵の内部の変化を観察する際に、実体顕微鏡などの観察器具を適切に操作できるように指導することなどがあげられている（文部科学省、2017b）。

2. 生物分野の学習指導における教師の指導困難感

生物を扱う学習において、教師が指導上困難を感じる項目が存在することが知られている。例えば、第4学年の植物の成長と季節、第5学年の魚の卵の成長、第3学年の昆虫や植物の育ち方やつくりに関する各学習において、指導上の困難を感じる教師が多いことが知られてい

る。魚の卵の成長に関する指導に困難を感じる主な理由として、メダカが死んでしまうなどの教師自身の準備不足や教材内容についての知識不足が原因となっていることが報告されている（清水，2002）。この傾向は、教師の指導しやすさ（人見・伊東，2008）や指導自信度（入江・尾竹・小林，2008）に関する調査でも指摘されている。また、小学校教員免許状取得希望者に対する小学校理科の観察・実験経験の有無に関する調査から、ほとんどの学生が植物の栽培や観察の経験がある一方、メダカの卵の中を観察して変化する様子を見たことがない学生の割合は34.5%であり、バッタやトンボの育ちかた（卵→幼虫→成虫）の観察経験がない（63.1%）、チョウの育ちかた（卵→幼虫→さなぎ→成虫）の観察経験がない（41.7%）、解剖顕微鏡を使ったことがない（40.5%）に次いで多いことが報告されている（金子，2003）。以上のことから、第5学年での魚の卵の成長の観察は、第4学年での動植物の通年変化の観察や、第3学年の昆虫の育ち方の観察と並んで、教師自身の経験が乏しく、教師が指導しにくい項目であり、特に敬遠されがちな活動と言える。

魚の卵の成長に関して、「メダカの卵の中には、はじめから小さなメダカがはいっているか？」という問いに対し、ある小学校では、「はいっている」または「わからない」と回答した第5学年児童（当該単元学習前）の割合は、約4割に至るとい調査結果が報告されている（岩間ほか，2009）。しかし、この児童がメダカの卵の成長を観察する学習活動を行った場合、学習後9ヶ月を経ても、その約9割が正確な知識を保持できていたことから、メダカの卵の成長を実際に観察させることは、児童が確かな知識を身に付ける上で不可欠な経験と言える。

3. 教材としてのメダカの利用

多くの小学校では、入手・飼育・観察の容易さから、メダカを水槽で飼育して観察に用いることが多いと想定される。これまでに発行された小学校理科の各社の検定教科書（例えば、石浦・鎌田ら，2014）では、動物の誕生の学習に用いる魚として、メダカが取り扱われている（岩間ほか，2009）。メダカの成魚は、比較的小さな水槽でも多数生育することが可能で、水温25℃前後の環境下で適切に飼育管理すると、数週間～1カ月程度の期間で何度も繰り返し多数の卵を産卵する。その卵は直径1.2mm程度で卵膜が透明であるため、内部の卵割および成長の様子が観察しやすい。

最近では、メダカの飼育やその卵を観察する上での留意点や工夫（岩松，2014）、卵の成長を観察、記録する効果的な方法として、携帯電話やスマートフォンのカメラを利用した顕微鏡観察の方法（小林，2019）、タブレットPCを接続した顕微鏡でメダカの卵を観察し、その情報

を電子黒板を用いて教室全体で共有する授業実践例（森戸・佐伯，2019）などが報告されている。一方で、メダカの卵の成長に関する動画コンテンツを活用した授業展開（阪東・掛川・森山，2015）も提案されている。

メダカの卵の成長を観察させる場合、受精直後の受精卵が孵化するまでの一連の成長過程を提示することが望ましいが、各発生段階の生きた胚を同時に用意することは難しい。このことから、いつでも目的の発生段階の観察が可能な固定胚を作成する方法とその利用例が提案されている（中村ら，2017）。また、メダカの卵を簡単に採卵し管理する方法として、チャック付きポリ袋を利用する簡便な方法（岩崎・鳩貝，2018）が考案されており、現行の小学校理科の教科書でも簡単に紹介されている（石浦・鎌田ほか，2014）。

4. 本研究の目的

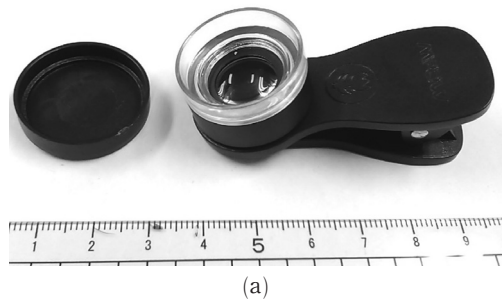
メダカの卵の観察には、倍率10～20倍程度の解剖顕微鏡や双眼実体顕微鏡を使用するか、卵内の器官形成を詳しく観察する場合には光学顕微鏡を用いて40～100倍で検鏡することが一般的である。タブレット端末や携帯電話などを用いる方法も、これら端末のカメラを顕微鏡の接眼レンズに装着する必要があるが、観察には、必要台数の顕微鏡があり、児童が適切に使用できる状態にあることが前提となる。しかし、光学顕微鏡、解剖顕微鏡、実体顕微鏡はいずれも高価であり、学校によっては、1人1台ずつ使用できる環境にない場合も想定される。また、顕微鏡は児童にとって取り扱いが難しく、教師も操作手順の指導に時間と労力を要する。この場合、観察の時間が十分確保できず、児童が観察できる内容が、質・量ともに不十分となる恐れがある。

一方、最近の児童の多くは、家庭や学校でスマートフォンやタブレット端末に使い慣れており、自分でカメラ機能を利用して写真を撮ることは、顕微鏡を扱うよりも容易にできると想定される。

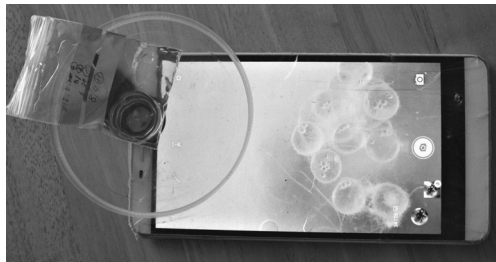
本研究では、スマートフォンやタブレット端末に簡単に装着できる小型のマクロレンズを用いて、小学校低学年児童でもメダカの卵の成長を簡単に観察、記録できる方法を開発した。本稿では、その具体的方法を簡単に紹介し、今後の授業での利用可能性について検討する。

II. メダカの卵の採卵・管理方法

2018年4月、徳島県鳴門市の鳴門教育大学の実験圃場内にある人工池で生育しているメダカの成魚（雄6匹、雌5匹の計11匹）を捕獲し、室内の水槽で飼育した。同年5月～7月にかけて、平均して約2日毎に、雌の抱卵が確認された。網で抱卵している雌をすくい上げ、できるだけ手早く卵塊を採取し、岩崎・鳩貝（2018）の方



(a)



(b)

図1 メダカの卵の拡大観察に用いたスマートフォンカメラ用マクロレンズ(a)と、それをタブレット端末に装着し、ステージおよび試料を置いて観察する状態(b)

法に倣って以下の要領で卵を管理した。採卵直後の卵をチャック付きポリ袋（縦70mm×横50mm、厚み0.08mm、材質：ポリエチレン）に入れ、水道水を適量注いで2、3回濯いだ。その後、再度約5 mL（袋の約半分程度の水位）の水道水を入れてチャックを閉じ、袋ごと成魚を飼育する水槽内に浸して孵化するまで卵を管理した。採卵時（0日後）から孵化するまでの毎日最低1回、卵の成長の様子を以下の方法で観察、記録した。

Ⅲ. 小型マクロレンズを用いたメダカの卵の観察

スマートフォンやタブレット端末のカメラに簡単に装着して使用できるマクロ、広角、魚眼の各種レンズが各社から販売されている。本研究では、Mpow社製Crip-onレンズ改良版3点セット（マクロ、広角、魚眼）の中の接写用のマクロレンズ（20×）（図1(a)）を使用した。同レンズセットおよび同等代替品は、インターネット販売サイトから、1セット2,000円前後で購入できる。最近では、各社100円ショップでも類似の各種レンズを単体で安価に購入できる。

上記マクロレンズをレンズ一体の専用クリップを介して、タブレット端末（NEC、LAVIE Tab, PC-TE507FAW, OS：Android）の画面前面カメラに装着した。卵の入ったチャック付きポリ袋をレンズ上に安定して設置するため、透明度の高いプラスチック製の円盤型のヨーグルトの蓋（直径約10cm、グリコ乳業㈱、朝食Bifixプロバイオティクスヨーグルト）をレンズ上面に置いて試料ステージとして用いた。開発した観察・撮影器具の構成お



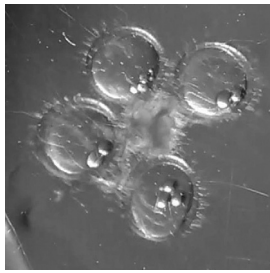
図2 小学校低学年児童が自分で観察器具を操作してメダカの卵を観察する様子

よびメダカの卵が入ったチャック付きポリ袋をステージに置いて、カメラアプリを起動し、卵を画面に映した様子を図1(b)に示す。メダカの卵内の構造が画面に明瞭に投影されることが確認された。カメラのズーム機能を用いて拡大すれば、さらに細かな部分を観察することができる。

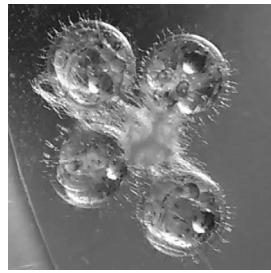
一般的な顕微鏡観察では、対物レンズ、接眼レンズを装着し、ステージまたは対物レンズを調節ねじで上下させてピントを合わせ、単眼式鏡筒の場合は片目で検鏡しながら、ステージ上のプレパラートを動かすなどの操作が必要である。しかし、これらの操作は小学生にとってやや難しく、観察技能の習得に時間を要することが多い。

今回の方法では、マクロレンズをタブレット端末やスマートフォンのカメラに装着し、カメラ機能の操作（起動・撮影）さえできれば、だれでも簡単にメダカの卵の成長の様子を観察、撮影することができる。実際に小学2年生の児童が今回の方法でメダカの卵を観察、撮影している様子を図2に示す。片手でステージ上のチャック付きポリ袋を動かして卵が視野の中に入るように調節しながら、他方の手でカメラのシャッターアイコンなどを操作することで、卵の様子をはっきりと観察、撮影することができていた。実際にこの児童が撮影したメダカの卵が孵化するまでの写真を図3に例示する。

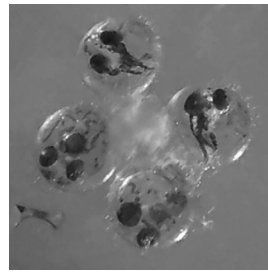
水温約25℃で管理した図3に例示する卵の場合、採卵1日後に、周囲の卵殻腔や内部の油滴が比較的明瞭に確認できるようになった（胞胚期前後）。3日後には全体に黒色の色素胞が分布し、内部に眼胞や胚体ができ脊索が見え始めた。5日後以降には眼球、拍動や血流が明瞭に確認され、胚体が卵内で回転する様子が頻繁に観察されるようになった。9日後には、1つが孵化し、10日目までに全てが孵化した。カメラの動画撮影機能を用いることで、胚の拍動や血流、孵化前後の稚魚の動きなども動画として記録することができる。



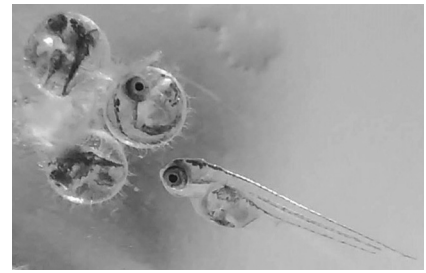
採卵 1 日後



3 日後



5 日後



9 日後（孵化直後）

図 3 観察・記録されたメダカの卵の成長の様子

IV. 成果のまとめと今後の課題・展望

スマートフォンカメラ用のマクロレンズとタブレット端末のカメラ機能を用いて、メダカの卵の成長の様子を、顕微鏡を使わずに簡単に観察できる方法を開発し、実際に、小学生が操作できるかを確かめて、この器具および方法の操作性と有用性を検証した。その結果、小学校低学年児童でも、メダカの卵が成長する様子を簡単に観察、記録できることが明らかとなった。この方法は、顕微鏡に代わる観察器具として有用であり、今後実際の理科の授業で教材として有効利用できる可能性がある。光学顕微鏡ほどの倍率には至らず、細胞や微小なプランクトン類の観察は難しいと思われるが、光学的に 20 倍相当のマクロレンズと、数倍程度のカメラのデジタルズーム機能を併用することで、実体顕微鏡、解剖顕微鏡と同程度かそれ以上の倍率で観察できる。このため、ほぼ全ての小学校理科の生物の観察に対応できると期待される。

今回は実際の理科の授業では使用していないが、タブレット端末の画面を、液晶プロジェクタでスクリーンに拡大投影したり、大型モニタや電子黒板上に映したりすることで、観察結果を教室全体で共有して話し合いに利用することができる。今回の方法を実際の授業に応用し、その教育効果を検証していくことが今後の課題である。

引用文献

- 阪東哲也・掛川淳一・森山潤 (2015), 動画コンテンツ教材の視聴時における学習方略に対する意識付けの効果に関する実践的検討—小学校 5 年生理科「メダカのたんじょうを事例として—, 兵庫教育大学学校教育研究, 28, pp.31 – 37.
- 人見久城・伊東明彦 (2008), 小中学校の理科指導に関する教員の意識, 宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要, 31, pp.189 – 198.
- 入江薫・尾竹良一・小林辰至 (2008), 小学校新規採用教員の理科指導に関する実態—理科の有用感・探究的態度・理科指導の自信度の観点から—, 理科教育研究, 48(3), pp.13 – 23.

石浦章一・鎌田正裕ほか 54 名 (2014), わくわく理科 5, 啓林館, 2014.

岩間淳子・松原静郎・福地昭輝・下條隆嗣 (2009), 小学校理科における「動物の発生(魚)」に関する教材の分析—科学的概念を形成し生命観を養う教科書の開発をめざして—, 科学教育研究, 33(1), pp.73 – 85.

岩松鷹司 (2014), 理科の教材としてのメダカの適切な活用—五年生の理科「メダカのたんじょう」—, 愛知教育大学教育創造開発機構紀要, 4, pp.37 – 46.

岩崎正彦・鳩貝太郎 (2018), 生命尊重の態度を育てるメダカの教材化について—教室で採卵するための飼育と発生過程の観察法—, 生物教育, 59(2), pp.110 – 113.

金子博美 (2003), 小学校教諭免許取得希望学生の理科実験・観察の経験, 文教大学教育学部紀要, 37, pp.5 – 10.

小林秀明 (2019), 携帯電話のカメラを利用した顕微鏡観察—小学校理科における顕微鏡観察方法の検討—, 文教大学教育学部紀要, 第 52 集別集, pp. 171 – 178.

文部科学省 (2017a), 小学校学習指導要領 (平成 29 年告示).

文部科学省 (2017b), 小学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説.

森戸幹, 佐伯英人 (2019), タブレット顕微鏡と電子黒板を使った理科授業—小学校第 5 学年「動物の誕生」において—, 日本科学教育学会研究報告会研究報告, 33(6), pp.17 – 22.

中村依子・須山実咲・向平和・日詰雅博 (2017), 小学校における胚発生の観察方法に関する実践的研究—固定胚の活用方法の提案—, 生物教育, 59(1), pp.2 – 9.

清水誠 (2002), 新学習指導要領「理科」実施上の課題—小・中学校教師が指導上困難を感じる事項の調査から—, 科学教育研究, 26(2), pp.144 – 152.

謝辞

メダカの飼育管理およびメダカの卵の観察、撮影に協力してくれた著者の家族に記して感謝する。